

ORMAN TALİ ATIKLARI KULLANILARAK ELDE EDİLEN AHŞAP PLASTİK KOMPOZİTLERİN DIŞ MEKÂN MOBİLYALARINDA KULLANIMI

Erkan AVCI^a

*a, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaççılı Endüstri
Mühendisliği Bölümü, Muğla/TÜRKİYE, erkanavci@mu.edu.tr*

Özet

Mevcut kaynakların daha verimli bir şekilde değerlendirilmesi ve zamanla ortaya çıkan yeni ihtiyaçların uygun maliyetlerle karşılanması için kompozit malzeme üretimi her geçen gün artmaktadır. Kompozit malzeme alanındaki yeni ürünlerden bir tanesi de Ahşap Plastik Kompozitlerdir (APK). APK, kompozit endüstrisinde hızla büyüyen bir sektör ve yeni bir malzeme sınıfı olmuştur. APK'ler ahşap panellere göre düşük su alma, boyutsal stabilite, biyolojik bozunmaya karşı dayanıklılık gibi avantajlara sahiptir. APK'lerin Mobilya sektöründe kullanımı oldukça yenidir. APK'ler deck, dış kaplama malzemeleri, mobilya, otomobil iç kısım parçaları ve diğer birçok değişik üründe kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki APK'lerde dolgu maddesi olarak orman tali ürünlerinden karaçam, meşe ve kızılçam kabuklarının kullanılması halinde özellikle dış mekân mobilyaları olmak üzere birçok üründe gerekli olan mukavemet özelliklerini sağlayabileceği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Ahşap Plastik Kompozit, Mobilya, Kabuk, Mukavemet

FOREST BY USING WASTE OBTAINED USE OF OUTER SPACE FURNITURE OF WOOD PLASTIC COMPOSITE

Abstract

The manufacturing of composite materials are increasing with time due to need for efficient use of present resources and responding rising new necessities with appropriate cost. Wood-plastic composites (WPC) are one of the newest new products in the composite field. WPC are relatively new class of materials and one of the fastest growing sectors in the wood based composites industry. WPCs could have many

property advantages over wood panels, such as lower water absorbance, lower thickness swelling, and more durability against bio deterioration.

APK for use in the furniture industry is fairly new. WPCs are used as outdoor decking materials, interior door panels, furniture, interior automobile parts, and a large variety of other molded products. Studies have shown that as a filler in the apk from forest byproducts larch, oak and pine bark, especially if used in many products including outdoor furniture can provide the necessary strength properties were observed.

Keywords: Wood Plastic Composites, Furniture, Bark, Strength

1. Giriş

Doğal kaynakların kullanımı genel olarak hammaddelerin çok veya az bulunuşuna göre belirlenmektedir. Bu kaynakların azalmasına bağlı olarak rasyonel ve ekonomik kullanma yöntemleri geliştirilerek hammaddelerden en iyi şekilde yararlanma yoluna gidilmiştir. Orman ürünlerinden çok yönlü yararlanmanın gerçekleştiği günümüzde, yalnız ağaç malzemedan on binlerce farklı ürün elde edilmektedir. Bu kadar geniş kullanım yeri bulabilen ağaç malzemenin değeri, tüketimi ve dünya nüfus artışına bağlı olarak orman varlığının çeşitli sebeplerle azalması göz önüne alındığında sürekli artmaktadır. Bu nedenle, ağaç malzemenin ekonomik ve rasyonel şekilde değerlendirilmesi zorunlu hale gelmiştir[1].

Yaşam döngüsü açısından önem arz eden ormanlarımızı ve lignoselülozik esaslı hammadde kaynaklarını daha verimli kullanmak amacıyla en ufak atıklarına kadar değerlendirmek ve bir petrol ürünü olan plastiklerin kullanım oranını azaltarak hem maliyeti düşürmek hem de doğada kaybolma sürecini hızlandırmak amacıyla geliştirilen Ahşap Plastik Kompozit (APK) iki ayrı sektörün tek çatı altında toplanmasıyla yeni bir ekonomik pazar oluşturmuştur.

Plastiklerin çeşitli odun unu ya da lignoselülozik liflerle farklı oranlarda karıştırılarak şekillendirilmesiyle elde edilen ürünler APK olarak adlandırılmaktadır.

APK kendisini oluşturan plastik ve ahşaba kıyasla daha üstün özelliklere sahip olmaları sayesinde tüm dünyada geniş kullanım alanları bulmaya başlamıştır. Ahşap hammaddesinin hafifliği, düşük ısı iletimi ve lifsel yapıda olması gibi olumlu özellikleri ile plastik maddelerin suya dayanıklılık, biyolojik dayanıklılık ve yapışma özelliklerinin

kombine edilmesiyle tek başına ahşap ve plastikte bulunmayan özellikler, APK denilen ürünlerde bir araya getirilmektedir.

APK, plastik malzemeye kıyasla daha düşük maliyetli olmaları ve doğada daha kolay bozunarak çevre dostu olmaları, ağaç malzemeye kıyasla ise daha iyi boyutsal stabiliteye sahip olmaları, istenilen boyut ve şekilde farklı renk ve dokuda üretilibilmeleri, çatlamalara, mantarlara ve böceklerle karşı daha dayanıklı olmaları, atık malzemelerden üretilibilmeleri açısından plastik ve ahşaba göre üstün özelliklere sahiptir.

APK, plastik ve ahşap atıkların değerlendirilmesi açısından çevresel problemlerin çözümüne katkı sağlamakla beraber birçok endüstriyel alanda kullanılması sebebiyle önemli bir malzemedir. Özellikle deck ve dış cephe kaplaması başta olmak üzere teraslar, çitler, bahçe mobilyaları, peyzaj aksesuarları, kapı ve pencere doğramaları, otomotiv, iç mekân parçaları, güverte yapımı, müzik ve spor aletleri yapımı ve çeşitli kişisel kullanım malzemeleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Odun unu, dolgu maddesi ve güçlendirici malzeme olarak görev yapmaktadır. APK üretiminde uygulama yerine bağlı olarak odun unu, bıçkı tozu, küçük yonga, lif ya da özel işlem görmüş atık kâğıt % 10 ile 70 oranları arasında kullanılabilmektedir. APK üretimi ekstrüzyon, enjeksiyonlu kalıp, sıcaklıkla şekillendirme ve sıcak pres gibi plastik işleme endüstrisinde kullanılan plastik teknolojisiyle yapılabilmektedir.

APK esas olarak atık plastiklerin yeniden değerlendirilmesi konusunda yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Ancak daha sonraki yıllarda atık plastiklerin yanı sıra ham plastikler de bu amaçla değerlendirilmektedir. Endüstriyel amaçlı APK seri üretimi 1980’li yılların ortalarından itibaren ABD’de başlamış olup, Avrupa’da 2000’li yıllardan sonra, ülkemizde ise son yıllarda tanınmaya ve ithal edilmeye başlanmış olup az sayıda üretim yapan fabrika bulunmaktadır.

APK’in diğer dünya ülkelerinde ve ülkemizde nispeten yeni bir sektör olması nedeniyle yapılan çalışmalar ağırlıklı olarak hammadde ve üretim prosesini iyileştirmeye yönelik olmaktadır.

Hammadde olarak, farklı odun unu veya lif boyutları, ağaç türleri, kullanım ömrünü tamamlamış ağaç malzemeler, lignoselülozik yıllık bitkiler, farklı plastik tipleri ve karışım oranları çalışmalara örnek verilebilir [2].

Orman tali ürünlerine baktığımızda ağaç kabukları, kozalaklar, kesim sonrası kereste ve ahşap esaslı levha üretiminde kullanılamayacak boyutlardaki dal atıklarının genelde yakacak olarak kullanıldığı veya ormanlık alanda bırakıldığını görmekteyiz.

APK üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında karaçam kabuğu, meşe kabuğu, kızılçam kabuğu, çam fıstığı kozalağı vb. orman tali atıkları üzerine çalışmalar yapıldığı görülmektedir.

Ülkemizde orman varlığının korunması ve ihtiyaçların giderilmesi konusunda orman tali atıklarının katma değeri yüksek bir ürün içerisinde değerlendirilmesi avantaj sağlayacaktır.

2. Orman Tali Atıkları

Bazı orman ağaç ve ağaççıklarının gövdelerine tekniğine uygun metotla yara açmak suretiyle elde edilen reçine, sığla yağı vs., gibi balzami yağlar, defne, okaliptüs vs. gibi ağaç ve ağaççıkların yaprakları, mazı, palamut, sumak, defne, mahlep, menengiç, çam fıstığı gibi meyveler, bazı ağaç ve ağaççıkların gövde kabukları, ince dal ve sürgünleri ile, gerek orman altı florayı teşkil eden gerekse orman rejimine giren sahalarda yayılış gösteren kekik, adaçayı, eğreli otu, nane, pelin otu, hardal vs. gibi ağaççık, çalı, çalimsı görünüşteki bitkiler ile, otsu, rizomlu, yumrulu ve soğanlı bitkiler “odun dışı orman ürünleri (orman tali ürünleri)” olarak adlandırılmaktadır. Asli ürün üretimi esnasında açığa çıkan ağaç kabukları, kozalaklar, çalılar, yongalar, kökler ile mantarlar, orman toprağı ve örtüsü de aynı grupta yer almaktadır [3].

Odun Dışı Orman Ürünleri olarak adlandırılan ürünler kapsamında, ağaç, ağaççık, çalı ve otsu bitkilerin dal ve sürgünleri, yaprakları, meyveleri, çiçekleri, kabukları ile ur, mazı, soğan, rizom ve yumruları ile mantarlar bulunmaktadır [4].

Orman tali atıklarını ağaç kesimi sonrasında doğada bırakılan tepe ve dal artıkları, kabuk, kök, yonga, kozalak vs., asli ürün üretimi esnasında açığa çıkan fıstık çamı kozalak atığı, fındikkabuğu, fındık cürufu, kestane kabuğu vs. ve lignoselülozik atıklar çalı, sap-saman vs. gibi sınıflara ayırabiliriz. Orman tali atıkları çoğunlukla ya kesildiği ortamda bırakılmakta yâda yakacak olarak kullanılmaktadır.



Şekil 1. Çam Kozalağı ve Kesim Sonrası Doğada Bırakılan Tepe ve Dal Artıkları

3. Ahşap Plastik Kompozit

İki veya daha fazla sayıdaki aynı ya da farklı gruptaki malzemelerin, en iyi özelliklerini bir araya toplamak veya ortaya yeni bir özellik çıkarmak amacıyla, bu malzemelerin makro seviyede birleştirilmesiyle oluşan malzemelere “kompozit malzeme” denir. Başka bir deyişle, birbirlerinin zayıf yönünü düzelterek üstün özellikler elde etmek amacı ile bir araya getirilmiş değişik tür malzemelerden veya fazlardan oluşan malzemeler olarak da adlandırılabilir [5].

Kompozit malzemelerin genellikle dört ana özelliğe sahip olmaları gerekmektedir.

Bunlar;

- İnsan yapısı olması dolayısıyla doğal bir malzeme olmaması,
- Kimyasal bileşimleri birbirinden farklı ve belirli ara yüzeyler ile ayrılmış en az iki malzemenin bir araya getirilmiş olması,
- Farklı malzemelerin üç boyutlu olarak bir araya getirilmiş olması,
- Bileşenlerinin her birinin tek başına sahip olmadığı özellikleri taşıması amacıyla üretilmiş olması [6].

Kompozit malzeme üretiminde genellikle aşağıdaki özelliklerden bir veya birkaçının geliştirilmesi amaçlanmaktadır [7]:

- ✓ Mekanik dirençler (basınç, çekme, eğilme ve çarpma direnci),
- ✓ Yorulma dayanımı ve aşınma direnci,
- ✓ Yüksek sıcaklığa dayanıklılık,
- ✓ Isı iletkenliği veya ısıl direnç,
- ✓ Elektrik iletkenliği veya elektriksel direnç,
- ✓ Akustik özellikler,
- ✓ Sertlik, Ağırlık, Güzel görünüm.

APK lignoselülozik malzeme ile plastiklerin karıştırılması sonucunda oluşan kompozitlere verilen genel bir isimdir. Odun unlarının termoplastik esaslı polimerler (polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinilklorür (PVC), polistiren (PS) vb.) ile karıştırılmasıyla oluşan kompozit levhalara termoplastik esaslı kompozit malzemeler denilmektedir. Termoplastik esaslı kompozit üretiminde farklı türde ağaçlardan elde edilen unlar yâda lifler kullanılabilir. Bu termoplastikler, lignoselülozik yapıya sahip olan materyallerin bozunma sıcaklığı (150–220 °C) altında işlenebilmelerinden dolayı tercih edilmektedir [8].

APK, yeni bir materyal grubudur. APK, polipropilen (PP)‘den polivinilklorür (PVC)‘e kadar değişen polimer matris tipleri ve odun unundan ketene kadar değişen dolgu maddeleri kullanılarak üretilen ve çok farklı şekillerde olabilen kompozit materyaller olarak tanımlanabilir. Bu yeni materyaller, geleneksel ahşap kökenli levhaların (yongalevha, kontrplak, liflevha, OSB, LVL vb.) güncel konseptini, yeni alanlarda genişletmekte ve daha önemlisi yüksek performanslı yeni bir ürün jenerasyonu meydana getirmektedir [9].

APK‘nın tarihi 1900‘lerden evvele dayanır. İlk ticari kompozit olan “bakalit” formaldehit ve odun unundan meydana gelmiştir. İlk ticari kullanımının 1916 yılında otomobiller için vites topuzu olduğu ifade edilmektedir. APK yaklaşık 30 yıldan bu yana ABD‘de endüstriyel olarak üretilmekte ve son yıllarda büyük bir gelişme göstermektedir [10].

2000-2009 yılları arasında Amerikan APK pazarında ortalama % 22 büyüme sağlanırken Avrupa pazarında % 51 büyüme ortalamasına sahiptir [11].

APK, kendisini oluşturan plastik ve ahşaba kıyasla daha üstün özelliklere sahip olması sayesinde tüm dünyada geniş kullanım alanları bulmaya başlamıştır. Bu özellikler arasında plastik malzemeye kıyasla daha düşük maliyetli olmaları ve doğada daha kolay bozunarak çevre dostu olmaları, ağaç malzemeye kıyasla ise daha iyi boyutsal stabiliteye sahip olmaları, istenilen boyut ve şekilde, farklı renk ve dokuda üretilibilmeleri, çatlamalara, mantarlara ve böceklerle karşı daha dayanıklı olmaları, geri dönüşümlü/atık malzemelerden üretilibilmeleri sayılabilir.

4. Ahşap Plastik Kompozitlerin Kullanım Yerleri

Sosyal ve ekonomik trendlerin değişimi orman ürünleri endüstrisindeki baskıyı arttırmakta buna bağlı olarak uygun teknolojiyle beraber ahşap ürünleri endüstrisi global talebe ayak uydurmaktadır.

Uygulamalar, APK'da ilk olarak düşük teknikli peyzaj noktalarında; yapısal keresteler, piknik masaları, oyun alanı ekipmanları, sıra, çit, çöp kutuları vb. yerlerde uygulanmıştır. Andersen şirketi PVC bazlı APK pencere hattı oluşturmuş ve pencere pazarında yer edinmiştir. APK'nın diğer uygulamaları; örneğin kapı eşiği, dış cephe kaplaması ve aksesuarları ile çeşitli diğer dış uygulamalar olmak üzere yeni ürünler geliştirilmiştir. Gelişmelerin tümünde uzun süreli performans, uygun görünüş ve boyutsal stabiliteye önem verilmiştir.

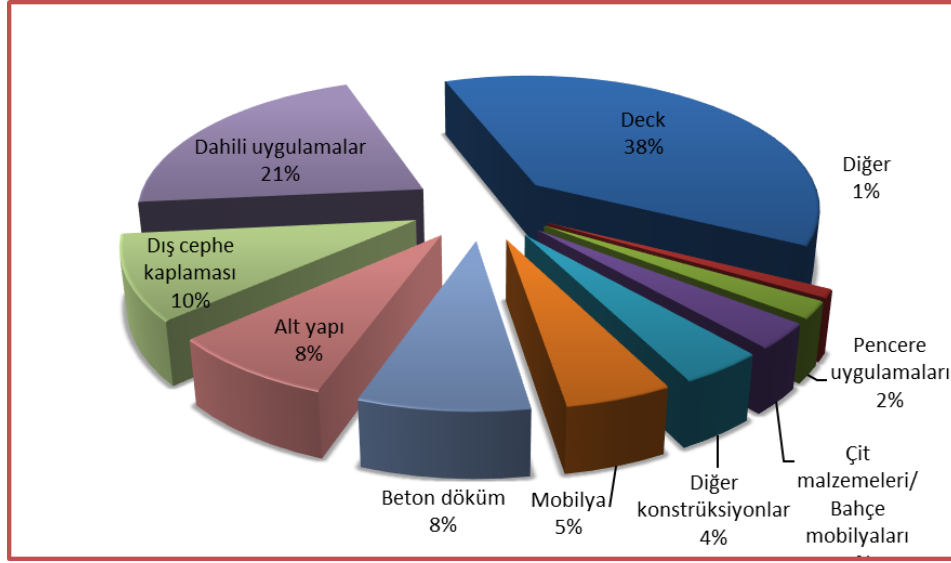
APK, pencere ve kapı imalatında, kalıp ve diğer endüstriyel parçalarda da kullanılmaktadır. Pencere uygulamalarında sıklıkla PVC karışım kullanılmakla beraber diğer termoplastik karışımlarda kullanılabilir. Odun unu dolgu PVC, dengeli ısı stabilitesi, rutubete karşı direnci ve sertlik açısından değer kazanmıştır.

Yapı ürünlerinde bulunan sınırlı yapısal gereksinimlerle APK için son derece büyük bir gelişme potansiyeli yaşanmıştır. Düşük bakım-onarım maliyeti; çatlak ve kıymık olmaması ve yüksek dayanıklılığı açısından desteklenmektedir. APK halen tartışılmakta olan bir malzemedir. APK, dolgu malzemesi kullanılmamış plastik ile karşılaştırıldığında sertliği daha yüksek ve ısıl genleşmesi daha düşük olması açısından avantajlıdır.

Bununla birlikte mekanik özellikler, örneğin eğilme direnci, çekme direnci masif ahşaba göre daha düşüktür. Bu nedenle APK kompozitler halen dikkate değer bir yapısal performans gerektiren uygulamalarda kullanılmamaktadır. Şekil 3'de Avrupa'da APK ürünlerin piyasa yüzdesi görülmektedir. Tablo 1'de APK kullanım alanları görülmektedir.



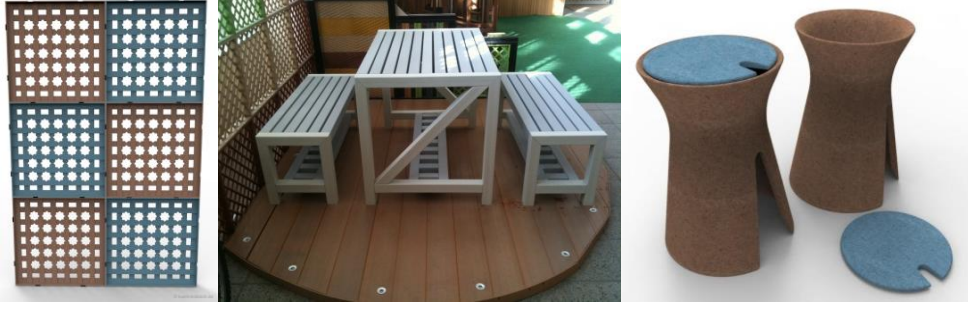
Şekil 2. APK'nın çeşitli kullanım alanları [12]



Şekil 3. 2004 yılı Avrupa'da APK ürünlerin piyasa yüzdesi [13].

Tablo 1. APK Pazarları ve Uygulama Tipleri [14]

Sektör	İnşaat	İç mimari /İç yüzey	Otomotiv	Bahçe/Açık hava	Endüstriyel /Altyapı	Diğer
Son Ürün Piyasa Uygulamaları	Dış cephe kaplaması	Korkuluklar	Kapı ve göğüs kaplamaları	Zemin kaplaması	Korkuluk	Siyah piyano tuşları
	Kapı kasaları ve bileşenleri	Perde / panjurlar	Kablo kanalı bağlantıları	Çit ve çit bağlantıları	Endüstriyel ambalaj	Sıcak küvetler
	Sundurma	Kanal Bağlantıları	İç paneller	Bahçe mobilyaları	Deniz kazıkları /bölmeleri	
	Mavna panoları	Taban döşemesi	Bagajdaki raflar	Bahçe kulübeleri, barakalar vb.	Paletler / Kasalar	
	Ön işlemi bitmiş döşeme tahtaları	Dekoratif profiller	Yedek lastik kapakları	Park bankları	Rıhtım / iskele	
	Tavan ürünleri	İç paneller	Kamyon zeminleri	Çocuk oyun parkı ekipmanları	Korkuluklar	
	Çatı kaplaması	Mutfak dolapları		Oyun parkı yer döşemeleri	Tren traversleri	
	Merdiven	Laminat parke			Çöp kovaları	
	Kereste	Ofis mobilyaları			Tabela	
	Pencere çerçeveleri ve bileşenleri	Raflar				
		Süpürgelikler				
		Ses yalıtımı kaplamaları				
		Çalışma tezgâhları				



Şekil 6. APK'nın çeşitli kullanım alanları [17]



Şekil 7. APK'nın çeşitli kullanım alanları [12-18]

6. APK'lerde Orman Tali Atıklarının Kullanımı

Son yıllarda APK malzemeler üzerine yapılan birçok çalışmada orman tali atıklarından yararlanılarak üretimler yapılmıştır. Yapılan çalışmalara bakıldığında karaçam, kızılçam, meşe, mantar meşesi kabukları, Fıstık çamı kozalağı, fındikkabuğu ve cürufu, lignoselülozik atıklar vb. dolgu maddeleri kullanılarak yapılmıştır.

Avcı, Candan ve Gönültaş'ın[19] 2012 Yılında yapmış olduğu çalışmada fındık cürufu kullanılarak APK malzeme üretimi yapılmış ve mekanik ve fiziksel özelliklerine bakılmıştır. Çalışmada yoğunluk, kalınlığa şişme, su alma, çekme direnci ve modülü, eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerine bakılmış ve fındık cürufunun APK malzemedeki kullanılabileceği görüşünü belirtmişlerdir.

Yine Avcı, Candan ve Gönültaş'ın 2012 yılında yapmış olduğu bir çalışmada %10-30-50 oranlarında karaçam ve meşe kabukları ayrı ayrı APK malzeme üretiminde kullanılmış ve gerekli dayanım özelliklerini sağladığı görülmüştür. Çalışmada kabuk kullanımının APK malzeme normal odun unundan farklı olarak renginde koyulaşmaya sebep olduğu görülmüştür.

Ulğur ve ark.'nın[20] 2013 yılında yapmış olduğu çalışmada kızılçam kabuğu APK malzeme üretiminde kullanılmıştır. Çalışmada özellikle kabuk unu tanecik büyüklüğü

incelenmiş, 60 mesh ve 80 mesh tanecik büyüklüğünde kabuk unu kullanımı önerilmiştir.

Yıldırım yapmış olduğu yüksek lisans tezinde [21] öğütülmüş fındikkabuğunun polipropilen matrisli kompozitlerde kullanılabilirliğini incelemiş ve hazırlanan numuneler üzerinde çekme, Izod darbe, sertlik, yoğunluk, akış, ısı altında deformasyon, Vicat yumuşama noktası testleri yapmıştır. Fındikkabuğu oranının artması ile elastiklik modülü, sertlik, yoğunluk, ısı altında deformasyon ve vicat yumuşama değerlerinin arttığını, bununla birlikte çekme mukavemeti, kopma mukavemeti, kopma uzaması, izod darbe ve akış değerlerinin azaldığını belirtmiştir.

Çetin ve ark.'nın [22] 2014 yılında yapmış olduğu çalışmada meşe kabuğu ve yüksek yoğunluklu polietilen kullanılmış ve meşe kabuk unu katılım oranının artmasına bağlı olarak çekme ve darbe direnç değerlerinde belirgin düşüşler gözlenirken, elastikiyet modülü ve eğilme direnci değerlerinde olumlu yönde iyileşmeler görülmüştür.

Bu çalışmalara benzer olarak Kaymakcı ve ark [23] Mantar meşesinin kabuğundan, Yemele ve ark. [24] ladin ve titrek kavak kabuğundan, Kazemi ve ark. [25] kayın kabuğundan APK üretmiş ve olumlu sonuçlar almıştır.

Güleç ve ark.[26] 2014 yılında yapmış olduğu çalışmada atık yüksek yoğunluklu polietilen ve atık fındikkabuğu unu kullanılarak APK üretmiş ve elde etikleri veriler ışığında fındikkabuklarının, yüksek yoğunluklu polietilen ile birlikte kompozit üretiminde başarıyla kullanılabileceğini belirlenmişlerdir.

7. Sonuç ve Öneriler

Orman tali atıkları kullanılarak üretilen APK malzemeler üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında kullanılan plastik malzemeye oranla eğilme direnci, elastikiyet modülü ve sertlik direncinde olumlu yönde iyileşmeler görülmüştür. Yapılan çalışmalarda ayrıca ağaç kabuğu, fındikkabuğu, fıstık çamı kozalağı atığı ve çeşitli lignoselülozik atıkların normal odun unu yerine rahatlıkla kullanılabileceği görülmüştür.

Yapılan çalışmalar orman tali atıklarının normal odun unu gibi bahçe mobilyalarında rahatlıkla kullanılabileceği ve gerekli dayanımı sağlayacağını göstermiştir.

Dış mekân mobilyalarında orman tali atıklarının kullanımı, doğada bırakılacak veya sadece yakacak olarak kullanılacak birçok atığın değer kazanmasına olanak sağlayacaktır.

8. Kaynakça

1. Çehreli, T. H., 1981, Yönlendirilmiş Yongalı Levhaların Üretimi, teknolojik özellikleri ve kullanma Yerleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 4(1), 98-120.
2. Rowell, R.M., Young, R.A. ve Rowell, J.K., 1997, Paper and Composites from Agro – Based Resources, CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, Florida, USA, ISBN 1-56670-235-6.
3. Orta Anadolu Ağaç Mamulleri Ve Orman Ürünleri İhracatçıları Birliği Odun Dışı Orman Ürünleri (Orman Tali Ürünleri) Sektör Raporu 2011
4. Bektaş İ., 2014, III. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu Sonuç Bildirgesi, Kahramanmaraş,
5. Mengeloglu, F., Karakus, K. 2008a, Polymer-Composites from Recycled High Density Polyethylene and Waste Lignocellulosic Materials, Fresenius Environmental Bulletin, 17 (2); 211-217.
6. Broutman, L. J., Krock, R. H., 1967, Modern Composite Materials, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts,.
7. Jones, M. J., 1980, Mechanics of Composite Materials, Scripta Book Company, Washington D.C., McGraw-Hill Book Company New York
8. Matuana, L.M., Heiden, P.A., 2004, Wood Composites, Encyclopedia of Polymer Science and Technology, 12: 521-546.
9. Tangram, 2002, Wood-Plastic Composites; A technical review of materials, processes and applications, Tangram Technology, Hitching, UK
10. Clemons, C., 2002, Wood-Plastic Composites in the United States The Interfacing of Two Industries. Forest Product Journal, 52 (6): 10-17
11. Eder, A., 2010 Wood-Plastic Composite Markets in Europe, The Fourth China International Summit of WPC, Nanning
12. URL5. www.kupilka.com, Erişim Tarihi: 19.04.2010., URL6. www.icmasangiorgio.it/p_appl_intro.php, Erişim Tarihi: 01.07.2010, URL7. www.p-wholesale.com/upimg/21/838a1/wood-plastic-composite--wall-panel-983.jpg, Erişim Tarihi: 11.08.2011
13. Wahl, A, 2008, Wood Market Trends in Europe, Special Publication SP-49
14. Wrap, 2003, Wood Plastics Composite Study – Technologies and UK Market Opportunities

15. <http://www.shdashing.com/page/Floo/index.php>, Erişim Tarihi: 03.08.2011
16. URL 8. <http://www.mexytech.com/public.php?fid=101>
17. URL 9. <http://www.archello.com/en/product/sitzhocker>
18. URL 10. <http://www.aliexpress.com/cheap/cheap-wpc-furniture.html>
19. Avcı E., Canda Z., Gönültaş O., 2012, Biocomposite Manufacturing from Bio-Waste, International Conference on Recycling and Reuse, Page 111 İstanbul, TR.
20. Ulğur F., Güneş A., Altuntaş E., Karaoğul E., Çetinkaya M. Ş., Sözbir G. D., Alma M. H., 2013, Kızılçam Kabuğundan Odun Plastik Kompozit (Wpc) Üretimi, II. Ulusal Mobilya Kongresi, Denizli
21. Yıldırım A., 2007, Öğütölmüş Fındık Kabuğunun Polipropilen Matrisli Kompozitlerde Kullanılabilirliğı, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
22. Çetin N. S., Özmen N., Narlıoğlu N., Çavuş V., 2014, Odun Plastik Kompozit Üretiminde Odun Unu Yerine Meşe Kabuğu Ununun Değerlendirilmesi, III. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu Sonuç Bildirgesi, Kahramanmaraş
23. Kaymakcı A., As N., Ayrılmış N., Bektaş İ., 2014, Ahşap Polipropilen Kompozitlerin Üretiminde Mantar Meşesi (Quercus Suber-L) Kabuğunun Kullanılması, III. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu Sonuç Bildirgesi, Kahramanmaraş
24. Yemele M. C. N., Koubaa A., Cloutier A., Soulounganga P., Wolcott M., 2008, Effect of Bark Fibre Content And Size on Mechanical Properties of Bark/HDPE Composites, The 9th International Conference on Flow Processes in Composite Materials, Montréal (Québec), Canada
25. Najafi S. K., Kiaefar A., Tajvidi M., 2008, Effect of Bark Flour Content on the Hygroscopic Characteristics of Wood-Polypropylene Composites, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 110, 3116–3120
26. Güleç T., Tufan M., Akbaş S., Atık Fındık Kabuklarının Yüksek Yoğunluklu Polietilen (YYPE) Esaslı Polimer Kompozit Üretiminde Değerlendirilmesi III. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu Sonuç Bildirgesi, Kahramanmaraş